

Jukka-Pekka Kuusela

EXCEL-POHJAINEN TAULUKKOLASKENTA ALUKSEN
VAKAVUUS LASKENNASSA

Merenkulun koulutusohjelma

Merikapteeni

2011

EXCEL-POHJAINEN TAULUKKOLASKENTA ALUKSEN VAKAVUUS- LASKENNASSA

Kuusela Jukka-Pekka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun koulutusohjelma
Huhtikuu 2011
Ohjaaja: Suominen, Petri
Sivumäärä:
Liitteitä:1

Asiasanat: vakavuus, lastinkäsittely, alus

Opinnäytetyön aiheena oli aluksen lastinkäsittelyn helpottaminen taulukkolaskennan avulla. Tarkoituksena oli rakentaa Excel-ohjelma, joka kertoo käyttäjälle reaaliaikaisesti aluksen sen hetkiset vakavuusarvot. Ohjelmaa ei suositella käytettäväksi muissa aluksissa ilman perusteellista tarkastamista.

Tämä ohjelma rakennettiin eräälle suomalaiselle alukselle, joka on valmistunut vuonna 1961 ja jolla ei ole minkäänlaista lastien/painolastien automaattista laskentajärjestelmää. Tämä ohjelmaformaatti, joka on liitteenä (1) tässä työssä, on rakennettu koululaiva Ministarille, jotta tätä ohjelmaa olisi helpompi tarkistaa laskenta-ohjelman edetessä.

Pohjana tätä työtä tehdessä on käytetty koulumme opetus muistiinpanoja ja harjoituslaskuja alus-vakavuuden oppitunneilta.

EXCEL-BASED SPREADSHEET PROGRAMME FOR THE DETERMINATION OF SHIP'S STABILITY

Kuusela Jukka-Pekka

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Management

April 2011

Supervisor: Suominen Petri

Number of pages:

Appendices:1

Keywords: stability, cargo handling, ship

The purpose of this thesis was to design a spreadsheet program, which would significantly cargo handling operations onboard a specific ship. The aim of this study was to create a Stability software program in real time. This programme is strictly ship-specific and, thus, its applicability has to be checked thoroughly before using the programme with any other ship.

The program was designed for a Finnish icebreaker, which was built in 1961 and does not have any cargo/ ballast automated management system. This program format, which is attached to this work (attachment 1) was developed for the ship called Mini Star, which is also used in the Ship's Stability course exercises.

Course material and stability calculation exercises from the ship's stability course conducted at Satakunta University of Applied Sciences, the Faculty of Maritime Management were used as a basis for this study.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENNELUETTELO

1 JOHDANTO	7
2 PERUSTEET	9
2.1 Alukseen vaikuttavat pisteet	9
3 TOIMINTAPERIAATE.....	11
3.1 Etusivu	12
3.2 Tankit.....	13
3.3 Lastitilanne.....	14
3.4 Taulukko GZ.....	15
4 HYDROSTATIIKKA.....	17
4.1 Alkutilanne.....	18
4.2 Alkutilanne-tilaus.....	19
5 POHDISKELUA.....	20

LÄHTEET

LIITE

LYHENNELUETTELO

Dm	Aluksen keskisyväys
Df	Aluksen keulasyväys
Da	Aluksen peräsyväys
W	Aluksen uppoumanpaino tarkoittaa aluksen kelluessa syrjäyttämän vesimassan painoa.
Roo	Vedentiheys. Kohteen paino on sidoksissa sen syrjäyttämän nesteen määrään.
LBP	Aluksen perpentikkelipituus, mitataan yleensä aluksen peräsin tukista eteenpäin. Käytetään kaikissa laskuissa ja on ilmoitettu yleensä aluksen teknisissä tiedoissa.
LOA	Aluksen kokonaismittapituus
TR	Kertoo kaavalla laskettuna eri lastitilanteiden trimmin. Voidaan myös laskea aluksen lopullisista keula- ja peräsyväyksistä.
V.m	Alukseen vertikaalisuunnassa vaikuttava momentti (keskeisessä osassa laskettaessa uusia VCG/KG arvoja).
H.m	Alukseen horizontaalisuunnassa vaikuttava momentti (keskeisessä osassa laskettaessa uusia LCG- arvoja).

- LCG Longitudinal center of gravity, mitataan yleensä peräperpentikkelistä (LBP). Voidaan joissain tapauksissa, yleensä vanhemmissa laivoissa, ilmoittaa $L/2$ suhteen ja tällöin tulee muistaa etumerkit + tai – riippuen aluksen puolivälistä.
- MCT Trimmi- momentti (t/cm)
- GG Aluksen vapaat nestepinnat, voivat yllättää jossain tietyissä tilanteissa. Muistettava pitää ne mahdollisimman pienenä, joko pyrkii täyttämään tankki kokonaan tai tyhjentämään se kokonaan. Kumpikaan tapa ei ole hyväksi aluksen rungolle ja pitkiä ja toistuvia kertoja on vältettävä.
- GM Aluksen vakavuus. Muistettava pysyä merenkululle säädetyissä arvoissa (GM suurempi 0,15).
- GZ Aluksen staattinen vakavuusmomenttivarssi. Piirretty käyrä, jonka tulee täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset ja lait aluksen lähtiessä merelle (0-30 suurempi 0,055, 30-40 suurempi 0,030, 0-40 suurempi 0,090.)
- TCG Transversal centre of gravity. Tarkoittaa kuinka paljon koko systeemin painopiste on sivussa aluksen keskilinjalta. Lastaus-suunnittelussa tulee ottaa tarkasti huomioon tämä arvo painoja eli lastia sijoiteltaessa oikeille paikoille ruumissa ja kannella.
- KG Aluksen ja lastatun painon yhteinen korkeus eli etäisyys kölistä metreissä.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyön tuloksena syntynyt ohjelma tutkii ja laskee aluksen staattista ja dynaamista vakautta sen ollessa lastissa, painolastissa tai jossain vastaavassa tilassa merellä ja satamassa.

Ohjelmaa ei ole tarkoitus käyttää mihinkään kaupallisiin tarpeisiin, ja se opettaakin vain Excel-pohjaisen laskentamallin käyttöä apuna lastauksen ja purkauksen suunnittelussa.

Ohjelma ei laske aluksen rasituksia ja leikkausvoimia sen ollessa lastauksessa, purkauksessa tai merellä merenkäynnissä. Siihen ei ole myöskään liitetty minkäänlaisia automaattisia antureita mittaamaan esimerkiksi tankkien pinnan korkeutta ja rungon lujuutta. Ohjelmaan tehdään muutoksia vain käsin mittaustulosten perusteella.

Laskentaohjelmaa lähdin rakentamaan Excel-pohjalle omasta mielenkiinnostani aiheutta kohtaan keväällä 2008.

Heti aluksi, kun tutkin aiheutta ja mahdollisuutta rakentaa ohjelma Excel-pohjalle omaan käyttöön, totesin asian olevan liian monimutkainen ja hankala toteuttaa. Päätin kuitenkin ryhtyä kokoamaan palapelin palasia keväällä 2008, ja nyt muutamia vuosia myöhemmin, ohjelma on saatu rakennetuksi. Muutamia lisäyksiä ja päivityksiä on vielä tulossa, mutta pääpiirteissään ohjelma on valmis.

Innostustani lisäsi halu oppia käyttämään tietokoneen eri ohjelmia ja hyödyntää niitä niin työelämässä kuin vapaa-aikanakin. Niinpä päätin tehdä ohjelman aluksellemme sopivaksi. Kuitenkin päätin, että ohjelma pitäisi rakentaa koulualuksen Ministarin tiedoille siksi, että kouluharjoituksissa lasketaan ko. laivan tiedoilla, joten laskutoimitukset ja kaavat on helppo tarkistaa ja pitää päivitettyinä. Tämä tutkielma kuitenkin kertoo ja selventää asioita laivateoriasta ja lastinkäsittelystä sekä aluksen rakenteista ja metallin lujuudesta.

Ns. ohjeeseen on kerätty osa tärkeimmistä tiedoista ohjelman toiminnan kannalta. Ohjetta on yritetty havainnollistaa ottamalla leikekuvia suoraan Excel-taulukoista ja kertomalla, mitä missäkin solussa ja sarakkeessa tapahtuu. Tärkeimmät taulukot toiminnan ja käyttämisen kannalta on esitelty tässä ohjeessa. Paljon tietoa laskutoimituksista ja niiden sisällöstä on vaikea kertoa ilman perehtymistä itse Excel-ohjelmistoon, joka tarjoaa monipuolista apua erilaisissa käytännön tilanteissa, kunhan ensin on muistanut laittaa asetukset itselleen sopiviksi.

2 PERUSTEET

2.1 Alukseen vaikuttavat pisteet

Kaikki aluksen lastiopilliset laskut perustuvat Arkhimedeen lakiin, joka on yksi fysiikan peruslaista. Laki kuuluu seuraavasti: kelluva kappale syrjäyttää painonsa verran vettä, jos kappale ei pysty syrjäyttämään painonsa verran vettä, niin se uppoaa.

Alukseen vaikuttavat erilaiset pisteet, joille on aikojen saatossa annettu kirjaimia niiden tunnistamisen helpottamiseksi. Aluksella kirjaimet G, B, M ja F,- pisteet. Nämä kirjaimet ovat vakiinnuttaneet paikkansa aluksen vakavuutta kuvaavissa taulukoissa ja kirjoissa.

G-piste kuvaa aluksen yhteistä painopistettä, joka muodostuu lastin ja aluksen rungon yhteenlasketuista painoista. G-pisteen paikka määritetään kolmessa suunnassa, jotka ovat pituus, leveys ja korkeus. Pituussuunnassa vaikuttava G-piste vaikuttaa aluksen trimmiin ja leveyssuunnassa vaikuttava G-piste vaikuttaa aluksen kallistukseen. Yleensä aluksen poikittaissuuntaiset painojakaumat pyritään pitämään mahdollisimman tasaisina, koska sillä kompensoidaan aluksen kallistumista puolelta toiselle. Esimerkiksi tankkereissa ja peräporttilaivoissa on syytä pitää mahdollisimman pienet kallistukset lastaus- ja purkaus- tilanteissa.

B-piste on aluksen vedenalaisen osan tilavuuden painopiste. Paikka tällä pisteellä määräytyy hyvin samanlaisella tavalla kuin edellä mainitulla G-pisteellä. Piste määritetään pituus-, korkeus-, ja leveyssuunnassa. B-pisteen sijainti on riippuvainen aluksen vedenalaisista eli hydrodynaamisista muodoista. Perämiesluokilla opetettiin, että laatikonmuotoisella proomulla sen kelluessa tasakölillä on B-pisteen paikka suunnilleen keskisyväyden, pituuden ja leveyden puolivälissä.

Erilaisilla ja eri käyttöön suunnitelluilla aluksilla pohjanmuodot vaihtelevat todella paljon. Esimerkiksi laatikon muotoisella proomulla ja jäänmurtajalla ei ole samanlaisia kykyjä kuin nykyaikaisella hydrodynaamisesti suunnitellulla nopealla

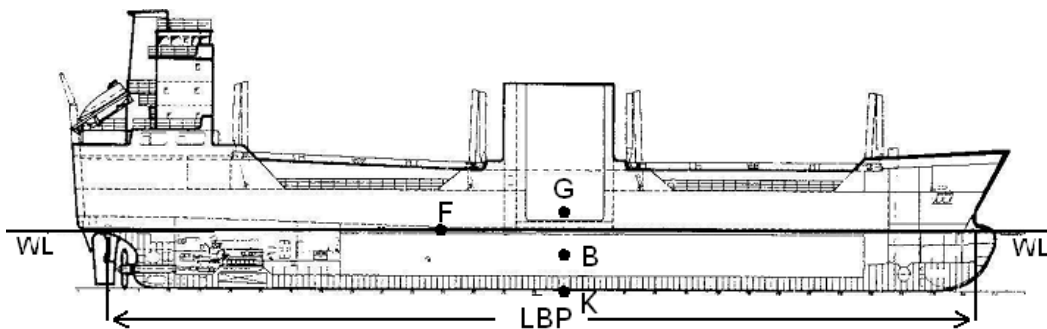
roro-aluksella. Kuitenkin jokainen alustyyppi on omanlaisensa ja hyvä siinä, mihin se on suunniteltu. Joissakin aluksissa pohjanmuotoihin vaikuttaa suuresti aluksen lastaussyväydet ja tämä vaikuttaa myös suuresti aluksen vakavuusarvoihin.

M-piste tarkoittaa että aluksen kallistuessa uppouman painopiste eli B-piste siirtyy sivuttais-suunnassa etsien uutta paikkaa. B-pisteestä sanotaan, että se piirtää kaaren etsiessään uutta paikkaansa ja M-piste on tuon säteeltään muuttuvan kaaren keskipiste. (D.R Derrett, Ship Stability 1984.)

F-piste on aluksen vesiviivapinnan pinta-alan painopiste. Voidaan kuvitella että alus leikataan kahtia kulloisestakin vesiviivantasosta ja tutkitaan leikkauspinnan pinta-alan muotoa ja määritellään leikkauksesta aiheutuvan tasokuvion painopiste.

(D.R Derrett, Ship Stability 1984.)

Pisteet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. (Kiuru 2000, sivu 5)

Aluksen lastaus- ja purkaustoimintoja suunniteltaessa laskennallisesti ovat edellä kuvatut pisteet avainasemassa kaikissa aluksen vakavuuteen vaikuttavissa ulkoisissa momenteissa.

LBP:n kohdalla on muistettava, että LCG mitataan yleensä tuosta kyseisestä pisteestä ja että se voi olla vanhemmissa laivoissa $L/2$ suhteen. Tiedon ollessa $L/2$ suhteen on muistettava kiinnittää erityinen huomio laskutoimituksen etumerkkeihin (+) tai (-).

Yleensä etumerkki plus (+) tarkoittaa että saatu arvo on keulaan päin ja näin ollen lisättävä keskilaivan pituuteen. Merkki miinus (-) taas tarkoittaa saadun arvon vähentämistä keskilaivan pituudesta.

3 TOIMINTAPERIAATE

Laskentaohjelma tarvitsee tietoja monesta paikasta kuten esimerkiksi tankkien täyttöasteesta. Tankkien täyttöaste on ohjelmoitu pohjalle, joka laskee tiettyjä arvoja hyväksi käyttäen niiden aiheuttamat momentit alukselle. Laskentapohja siirtää tietoja tarvittaviin taulukoihin, joissa ne analysoidaan ja esitetään käyttäjälle.

Tärkeimpiä käyttäjän kannalta olevia pohjia ja taulukoita ovat alkutilanne ja cargo. Ne on rakennettu niin, että muihin taulukoihin ei tarvitse koskea, ja lisäksi näiden taulukoiden luettavuutta on parannettu väreillä, joista musta, kertoo mitä käyttäjä voi määritellä itse ja vaaleanpunainen väri tarkoittaa ohjelman itse laskemaa tulosta eri tietokannoista.

Ohjelma periaatteessa on momenttilaskentaulukosta otettu malli. Samanlaisilla taulukoilla lasketaan periaatteessa koulussakin, kuitenkin osittain muokattuna ja muutamia toimintoja lisäämällä saadaan taulukosta hieman teknisempi ja paljon asiaa sisältävä kokonaisuus. Esimerkiksi Excel-ohjelman hakutoiminto kaavoille on oiva apuväline suuren tietomäärän sulattamiseen. Hakutoiminto kaavastoista hakee tietoa ohjelmoidusta taulukosta jollain tietyllä numeroarvolla.

Taulukoiden syöttäminen koneelle on yksi vaativimmista operaatioista, sillä pienikin virhe kostahtuu yleensä heti. Toisen haasteen asettavat radiaanijärjestelmät, jotka on muutettava lukukelvollisiksi aste-numeroarvoiksi. Kolmantena haasteena on pyöristysten rajaaminen laskentakelpoiseen muotoon.

Käytännöllinen käsin lasku neljän desimaalin tarkkuudella antaa tarpeeksi tarkan tuloksen laskusta. Tästä johtuen solujen pyöristykset on valittu kolmen ja neljän

desimaalin mukaan riippuen käyttötarkoituksesta seuraavassa solukentässä tai taulukossa.

3.1 Etusivu

Etusivu kertoo hyödyllisiä tietoja aluksesta kuten syväyksen, perpentikkelipituuden, maksimi lastimerkit liikennealueille ja konttikapasiteetit. Lisäksi etusivu sisältää monia tärkeitä tietoja aluksen dynaamisesta ja staattisesta vakavuudesta eri lastitilanteissa. Mitään vuotovakavuuteen liittyvää ei tähän ohjelmaan ole rakennettu.

Microsoft Excel - final_1

TiedostoMuokkaaNäytäLisääMuotoilleTyökalutTiedotIkkunaOhje

Kuva 2. Laskentaohjelman etusivu

Yllä olevassa kuvassa 2 esimerkiksi kohta weight (W) soluissa D39 ja D41, lasketaan taulukoissa alkutilanne ja cargo, jossa syötetään tankkien ja lastin tilanteet käsin, koska antureita ei ole. Huomioida täytyy, että painot ovat tonneissa otettuina peilaustaulukoista.

Nykyaikaisissa laivoissa on tankeissa tunnistimet, jotka reagoivat yleensä tankin paineeseen ja suodattavat saadun peilaustuloksen automaattisesti tietokoneelle sopivaan muotoon ohjelmalle. Haastavin osuus onkin saada oman aluksen tankkien ja lastitilojen VCG-, LCG- ja TCG- arvot kohdilleen, sillä sen jälkeen kaikki helpottuu olennaisesti.

3.2 Tankit

Taulukkoon tankit on syötettynä aluksen tiedot sen valmistuessa uutena telakasta tulneiden asiakirjojen tietojen pohjalta. Pohja laskee arvoja riippuen nesteiden tiheydestä painoksi tonneissa (t) ja tilavuudeksi kuutiometreinä (m³). Tankit on eroteltu eri osa-alueidensa mukaan raskas poltto-öljy, kevyt poltto-öljy, voiteluaineet, juomavesi ja ballast- vesi, varastotankit ja aluksen varastot (stores).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
			Tankki nro	Tilavuus (m ³)	Tiheys	Paino (t)	Total	Max (t)	Lcg (m)	Vcg (m)	Tcg (m)
4											
5											
6											
7											
8											
9	1	Tk.1 dobo.	2 b	86,08	0,905	77,90		77,90	69,08	0,69	-1,37
10	2	Tk.2 dobo.	2/3 s	116,69	0,905	105,60		105,60	54,60	0,69	1,45
11	3	Tk.3 dobo.	3 b	75,61	0,865	65,40		65,40	49,00	0,69	-1,45
12	4	Tk. 4 dobo (ovf)	4 b	58,15	0,865	50,30		50,30	32,90	0,69	-1,45
13	5	Tk.5 settl. Tank	s	24,28	0,865	21,00		21,00	18,03	4,98	5,78
14	6	Tk.6 Day tank	b	9,94	0,865	8,60		8,60	2,04	8,66	-6,63
15											
16			TOTAL	370,74		328,80		328,80			
17											
18											
19											
20	7	Tk.10 dobo	2 s	34,90	1	34,90		34,9	74,82	0,69	1,28
21	8	Tk.11 stor	b	18,70	1	18,70		18,7	23,45	2,06	-4,99
22	9	Tk. 12 day tank	b	3,90	1	3,90		3,9	5,20	8,58	-6,80
23											
24			TOTAL	57,50		57,50		57,5			
25											
26											
27											
28	10	Tk.14 stor. tank	b	15,03	0,905	13,60		13,6	17,61	1,68	-4,05
29	11	Tk.15 stor. Tank	b	4,97	0,905	4,50		4,5	15,44	1,78	-3,72
30	12	Tk.16 Circul tank	c	4,86	0,905	4,40		4,4	15,55	1,11	0,00

Kuva 3. Laskentaohjelmasta tiedoista tankit

Yllä olevassa kuvassa 3 huomiota kannattaa kiinnittää sarakkeisiin Max, LCG, VCG ja TCG, sillä kyseisten solujen tiedot on linkitetty suoraan alkutilannepohjaan, joka

puolestaan on tärkeässä osassa loppulaskuja ajatellen. Sarake ”paino” on taas linkitetty alkutilannetaulukkoon.

Perusperiaatteena on, että mustia lukuarvoja voi muutella, mutta vaaleanpunaiset on laskettuja. Tällä pyritään havainnollistamaan käyttäjälle, mitkä arvot ovat laskettuja ja mihin ei pitäisi koskea. Tosiasiassa käyttäjän ei tarvitse kuin muutella muutamien taulukoiden sarakkeiden lukuarvoja ja pohja hoitaa loput. Mustat lukuarvot ovat taas käyttäjän itsensä alunperin asettamia, ja näin on helpompi seurata tilanteiden kulkua.

3.3 Lastitilanne

Lastitilanne-tilauskoko kertoo aluksen kulloisenkin lastitilanteen. Pohja on vielä aavistuksen kesken, mutta tarkoituksena on rakentaa se ruumille ja ruumanluukkujen paikkojen lukuarvoista, joihin ei tarvitse muuttaa kuin lastin kulloinenkin paino. Paino kertoo normaalisti momenttilaskutaulukon sääntöjen mukaan mitä H-momentille, V-momentille ja TCG- arvoille tapahtuu. Lopuksi kaikki lasketaan yhteen, ja siitä tulevat aikanaan aluksen uudet KG/ VCG- ja LCG-arvot.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
			Weight (t)	Vcg Kg (m)	V mom. (tnm)	Leg (m)	H. mom (tn/m)	Vap. nest mom	Tcg	Heeling arm
3										
4	Lähtö arvot		5028,8	5,18	26057	46,22	232412	200,00		
5			0,0	0,0	0	0,00	0			
6	gargo		0,0	7,2	0	52,51	0			
7	Hatc-covers		308,4	12,4	3809	45,04	13800			
8	pr-stores		10,0	12,2	122	41,23	412			
9	crew		3,0	17,7	53	8,20	25			
10	spec		8,0	9,9	79	43,00	344			
11			0,0	0,0	0	0,00	0			
12			0,0	0,0	0	0,00	0			
13			0,0	0,0	0	0,00	0			
14			0,0	0,0	0	0,00	0			
15			0,0	0,0	0	0,00	0			
16			0,0	0,0	0	0,00	0			
17			0,0	0,0	0	0,00	0			
18			0,0	0,0	0	0,00	0			
19			0,0	0,0	0	0,00	0			
20			0,0	0,0	0	0,00	0			
21			0,0	0,0	0	0,00	0			
22			0,0	0,0	0	0,00	0			
23			1000,0	0,0	0	0,00	0			
24			0,0	0,0	0	0,00	0			
25			0,0	0,0	0	0,00	0			
26			0,0	0,0	0	0,00	0			
27			0,0	0,0	0	0,00	0			
28			0,0	0,0	0	0,00	0			
29			0,0	0,0	0	0,00	0			
30			0,0	0,0	0	0,00	0			
31			0,0	0,0	0	0,00	0			
32			0,0	0,0	0	0,00	0			
33			0,0	0,0	0	0,00	0			
34			0,0	0,0	0	0,00	0			
35			0,0	0,0	0	0,00	0			
36			0,0	0,0	0	0,00	0			
37			0,0	0,0	0	0,00	0			
38			0,0	0,0	0	0,00	0			
39			0,0	0,0	0	0,00	0			
40			0,0	0,0	0	0,00	0			
41			0,0	0,0	0	0,00	0			
42			0,0	0,0	0	0,00	0			
43	VEIGHT		6356,20	4,74	30118,78	38,86	246993			
44	VEIGHT	1,025	6201,17							

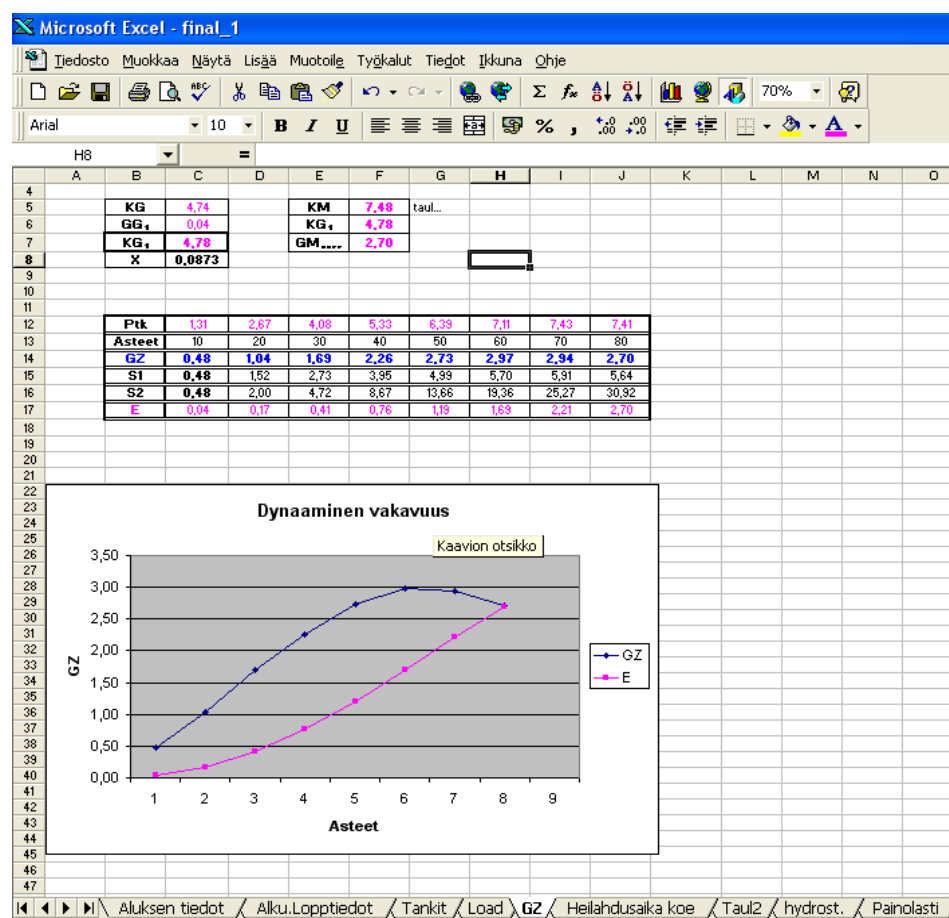
Kuva 4. Laskentaohjelmasta Lastitilanne

Taulukko (kuva 4) tehdään jokaiselle alukselle riippuen ruumien, välikansien ja konttipaikkojen tiedoista, joiden lukuarvot syötetään ohjelman tiedoille sopiviksi. Huomiota kannattaa kiinnittää kohtiin Weight, V-mom, H-mom ja TCG sekä Heeling-arm. Edellä mainittujen solujen arvot lasketaan taulukossa alas yhteen, ja ohjelma jakaa kyseiset arvot aluksen koko painolla ja muuttaa ne FW- ja SW- arvoiksi, kunhan käyttäjä muistaa määritellä taulukkoon painolastin, joka toimii lähtöarvojen pilarina tässä kyseisessä pohjassa. Oleelliset tiedot kuten vedentihetydet näkyvät esim.

kuvassa solussa B44. Laskentapohjissa on pyritty muuttamaan kaikki alusta koskevat painojen tiedot FW:n (makeanveden) tiheyteen sopiviksi. Käytännössä tämä ei aina onnistu, koska kaikkihan on kiinni aluksen tulo- ja lähtö-satamista.

3.4 Taulukko GZ

Tämä laskentapohja toimii täysin automaattisesti ja onkin linkitetty toisiin taulukoihin lähes kokonaan.



Kuva 5. Laskentaohjelmasta GZ

Kuvassa 5 solujen arvot on laskettu taulukoissa. Toimintaperiaatteena on, että käyttäjä saa aina tarvittaessa tulostettua aluksen dynaamisen vakavuuskäyrän ja sen sisältämät tiedot. Ohjelmaan ei ole syötetty GM:n ja GZ:n raja-arvoja kulloiseenkaan laskettiin. Raja-arvot voi itse tarkistaa IMO:n säännöistä ja myöhemmin. Ohjelma sovitetaan johonkin tiettyyn alukseen, johon voidaan kyseiset raja-arvot syöttää soluun. Mikäli arvo ylittyy, niin solun väri muuttuu.

Taulukoissa on pyritty esittämään kulloisessakin kohdassa, miten laskutoimitukset menevät ja mistä tärkeät numeroarvot tulevat. Esimerkiksi solujen F5 ja C12, D12, E12, F12, G12, H12, I12 ja J12 arvot ovat tietoja taulukosta hydrostatiikka. Ohjelmassa kaikkien numerollisten solujen arvot ovat kahden ja kolmen desimaalin tarkkuudella. Tämä siksi, että kun käsin laskettaessa ei käytetä kuin karkeita pyöristyksiä, niin tarkastettaessa näitä laskuja voi tulla 100-500 kg:n heittoja suuntaan tai toiseen. Mutta sinänsä suurella aluksella loppulukemilla ei ole väliä, onko 500 kg yli vai alle lastia.

4 HYDROSTATIIKKA

Taulukko hydrostatiikasta on koko ohjelman ehkä tärkein runko. Taulukkoon on syötetty tietoja kuten DM, W, Disp, KM, MCT, LCB, V pinta-ala, COF ja pantokareenit. Edellä mainitut arvot on otettu suoraan Ministar-laivan hydrostaattisista tiedoista, ja toimiakseen ne on linkitetty soluista eteenpäin tiedoksi ohjelman eri lähteille. Peruseriaatteena taulukko 6 hakee vastaavia tietoja aluksen uppoumanpainon mukaan (W).

Microsoft Excel - final_1

Tiedosto Muokkaa Näytä Lisää Muotoile Työkalut Tiedot Ikkuna Ohje

Arial 10 B I U

H1 =HAKU(B1:A14:A63;E14:E63)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	DM	5,32		V	6201		KM	7,48		MCT	***		LCB	48,4							
	10	1,3	20	2,67	30	4,08	40	5,33	50	6,4	60	7,1	70	7,4	80	7,41					
	Dm	W	1,825	Disp	KM	MCT	LCB	V.pint	COF	10	20	30	40	50	60	70	80				
13	4,70	5329	5462	13,65	7,52	7756	48,51	1343	48,47	1,32	2,70	4,14	5,38	6,38	7,14	7,48	7,45				
14	4,72	5356	5490	13,67	7,52	7785	48,51	1354	48,44	1,32	2,70	4,13	5,38	6,38	7,14	7,48	7,45				
15	4,74	5383	5518	13,69	7,52	7814	48,51	1365	48,42	1,32	2,70	4,13	5,38	6,38	7,14	7,48	7,45				
16	4,76	5409	5544	13,71	7,51	7844	48,51	1364	48,40	1,32	2,69	4,13	5,37	6,38	7,14	7,48	7,45				
17	4,78	5436	5572	13,73	7,51	7873	48,51	1363	48,37	1,32	2,69	4,13	5,37	6,37	7,14	7,48	7,45				
18	4,80	5463	5600	13,75	7,51	7903	48,51	1374	48,35	1,32	2,69	4,13	5,37	6,37	7,14	7,48	7,45				
19	4,82	5490	5627	13,77	7,50	7933	48,50	1379	48,32	1,32	2,69	4,12	5,37	6,37	7,14	7,48	7,45				
20	4,84	5517	5655	13,79	7,50	7963	48,50	1384	48,30	1,32	2,68	4,12	5,37	6,37	7,13	7,48	7,45				
21	4,86	5544	5683	13,81	7,50	7993	48,50	1383	48,27	1,32	2,69	4,12	5,37	6,37	7,13	7,47	7,44				
22	4,88	5571	5710	13,83	7,50	8024	48,50	1394	48,24	1,32	2,69	4,12	5,36	6,37	7,13	7,47	7,44				
23	4,90	5597	5737	13,85	7,49	8055	48,50	1393	48,22	1,32	2,69	4,12	5,36	6,37	7,13	7,47	7,44				
24	4,92	5625	5766	13,87	7,49	8086	48,50	1404	48,19	1,32	2,68	4,11	5,36	6,37	7,13	7,47	7,44				
25	4,94	5652	5793	13,89	7,49	8117	48,50	1403	48,16	1,32	2,68	4,11	5,36	6,38	7,13	7,47	7,44				
26	4,96	5679	5821	13,91	7,49	8149	48,50	1413	48,13	1,32	2,68	4,11	5,36	6,38	7,13	7,46	7,44				
27	4,98	5706	5849	13,93	7,49	8180	48,50	1413	48,10	1,32	2,68	4,11	5,36	6,38	7,13	7,46	7,44				
28	5,00	5733	5876	13,95	7,48	8212	***	2024	***	1,32	2,68	4,11	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43				
29	5,02	5760	5904	13,97	7,48	8244	48,49	2030	48,04	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43				
30	5,04	5788	5933	13,99	7,48	8277	48,49	2035	48,01	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43				
31	5,06	5815	5960	14,01	7,48	8309	48,49	2040	47,98	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43				
32	5,08	5842	5988	14,03	7,48	8342	48,49	2045	47,95	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43				
33	5,10	5870	6017	14,05	7,48	8375	48,48	2050	47,92	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,12	7,45	7,43				
34	5,12	5897	6045	14,07	7,48	8409	48,48	2055	47,89	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42				
35	5,14	5925	6073	14,10	7,48	8443	48,48	2060	47,86	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42				
36	5,16	5952	6101	14,13	7,48	8477	48,47	2065	47,81	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42				
37	5,18	5980	6130	14,15	7,48	8512	48,47	2070	47,78	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42				
38	5,20	6007	6157	14,17	7,48	8547	48,47	2075	47,74	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42				
39	5,22	6035	6186	14,19	7,48	8583	48,47	2071	47,71	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,44	7,42				
40	5,24	6063	6215	14,22	7,48	8619	48,46	2085	47,67	1,31	2,67	4,08	5,34	6,38	7,12	7,44	7,42				
41	5,26	6091	6244	14,24	7,48	8656	48,46	2095	47,63	1,31	2,67	4,08	5,34	6,38	7,12	7,44	7,41				
42	5,28	6118	6271	14,26	7,48	8694	48,45	2100	47,59	1,31	2,67	4,08	5,33	6,38	7,11	7,44	7,41				
43	5,30	6146	6300	14,29	7,48	8733	48,45	2106	47,55	1,31	2,67	4,08	5,33	6,38	7,11	7,43	7,41				
44	5,32	6174	6328	14,31	7,48	8772	48,45	2112	47,51	1,31	2,67	4,08	5,33	6,38	7,11	7,43	7,41				
45	5,34	6202	6357	14,33	7,48	8811	48,44	2117	47,46	1,31	2,67	4,08	5,33	6,38	7,11	7,43	7,41				
46	5,36	6230	6386	14,36	7,48	8852	48,44	2123	47,42	1,31	2,67	4,07	5,33	6,38	7,11	7,43	7,41				
47	5,38	6258	6414	14,38	7,48	8894	48,43	2129	47,37	1,31	2,67	4,07	5,33	6,38	7,11	7,43	7,40				
48	5,40	6286	6443	14,41	7,48	8936	48,43	2134	47,33	1,31	2,67	4,07	5,33	6,38	7,11	7,43	7,40				
49	5,42	6315	6473	14,43	7,48	8979	48,42	2140	47,28	1,31	2,67	4,07	5,33	6,38	7,11	7,43	7,40				
50	5,44	6344	6502	14,46	7,49	9023	48,42	2146	47,23	1,31	2,67	4,07	5,32	6,38	7,10	7,42	7,40				
51	5,46	6373	6531	14,49	7,49	9068	48,41	2152	47,18	1,31	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,42	7,40				
52	5,48	6402	6563	14,51	7,49	9113	48,41	2157	47,13	1,31	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,42	7,38				
53	5,50	6431	6595	14,54	7,49	9160	***	2163	***	1,32	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,41	7,39				
54	5,52	6456	6617	14,57	7,49	9207	48,40	2163	47,02	1,32	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,41	7,39				
55	5,54	6485	6647	14,60	7,50	9255	48,39	2174	46,97	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,10	7,41	7,39				
56	5,56	6515	6676	14,62	7,50	9304	48,38	2184	46,91	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,09	7,41	7,39				
57	5,58	6542	6706	14,65	7,50	9353	48,38	2186	46,85	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,09	7,40	7,39				
58	5,60	6570	6734	14,68	7,50	9404	48,37	2192	46,79	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,09	7,40	7,38				
59	5,62	6599	6764	14,71	7,51	9455	48,36	2198	46,73	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,09	7,40	7,38				
60	5,64	6628	6794	14,74	7,51	9507	48,35	2204	46,67	1,32	2,66	4,06	5,31	6,40	7,09	7,40	7,38				
61	5,66	6657	6824	14,77	7,51	9560	48,35	2210	46,61	1,32	2,66	4,06	5,31	6,40	7,09	7,39	7,38				
62	5,68	6686	6853	14,80	7,51	9614	48,34	2216	46,55	1,32	2,66	4,06	5,31	6,40	7,08	7,39	7,38				
63	5,70	6715	6883	14,83	7,52	9668	48,33	2223	46,49	1,32	2,66	4,06	5,31	6,40	7,08	7,39	7,37				
64	5,72	6744	6913	14,86	7,52	9723	48,32	2229	46,42	1,32	2,66	4,04	5,31	6,40	7,08	7,39	7,37				

Aluksen tiedot Alku.Lopptiedot Tankit Load GZ Heilandusaika koe Taul2 hydrost. Painolasti

Kuva 6. Laskentaohjelmasta hydrostatiikka

Taulukossa solun E1 tieto on tärkein muiden tietojen paikkansapitävyyden kannalta. Solun E1 tieto syötetään Aluksen tiedot -taulukosta, joka puolestaan saa kyseisen tiedon aluksen cargo- taulukosta. Solun E1 saadessa tiedon se antaa soluille B1, H1, L1, O1 ja tiedoille pantokaren käskyn hakea vastaavat arvot laivan hydrostaattisesta tietokannasta. Kun tieto on löydetty, se syötetään edellä mainittuihin soluihin lukuarvona kahden desimaalin tarkkuudella.

Taulukon mihinkään osiin ei pidä mennä koskemaan kuin ainoastaan ohjelmoitaessa uusia tietokantoja tai muutettaessa niitä. Varsinaisesti solut piti suojata varoittamalla ns. ”hulluista toimista” koskien ohjelmoitujen arvojen muuttamista, mutta ajan puutteen takia tämä on tällä erää jäänyt tekemättä. Käyttäjän ei kuitenkaan tarvitse muuttaa kuin muutamaa taulukkoa ja solua ohjelman hoitaessa loput.

4.1 Alkutilanne

Laskupohja -alkutilanne perustuu aluksen lähtötietoihin tankeista ja varastoista. Taulukossa on käytetty värejä, jotta eri asiat erottuisivat paremmin ja käyttäjällä olisi helppo ja vaivaton lukea ja suodattaa tietoja. Taulukkoon tarvitsee ainoastaan vaihdella sarakkeen Weight (t) -arvoja. Sarakkeessa olevat painot on ilmoitettu tonneissa, ei siis jo totutulla tavalla. Esim. Napa-ohjelmistoissa ja vastaavissa tankkien painot syötetään yleensä prosentteina.

Lukuarvojen tonneissa syöttö tapahtuu tiheyssaraketta hyväksi käyttämällä, eikä käytännössä muiden nesteiden tiheyksiä tarvitse muuttella kuin ainoastaan painolastien kohdalla. Muut kuten esim. poltto- ja voiteluaineiden tiheydet pysyvät yleensä samana. Painolastitilanteissa on muutoksia, esimerkiksi jos vettä otetaan Perämeren pohjukassa, jossa Kemijoki tuo makeaa vettä tunturipuroilta, on vedentiheys 1,000, kun taas suolaisessa merivedessä se vaihtelee ollen yleensä 1,025.

Lukuarvojen tonneissa syöttö taas on jääne ajoilta, jolloin aluksissa ei ollut automaattisia peilauksia tankeissa, vaan tankit peilattiin käsin luotia käyttämällä. Luodista saatiin tankin nesteenkorkeus metreissä ja metrit kertoivat tonneissa vesimäärän tankissa.

4.2 Alkutilanne-tilaus

Microsoft Excel - final_1

Tiedosto Muokkaa Näytä Lisää Muotoilu Työkalut Tiedot Ikkuna Ohje

Arial 10 B I U

H5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Alkutilanne		Weight (t)	Vcg/ Kg (m)	V mom. (tnm)	Lcg (m)	H. mom (tn/m)	Vap.nest mom (tn/m)	Tcg	Heeling arm	tiheys (t/n)
4	Lähtö arvot (lightship)		2685,60	7,52	20196	41,88	112473	200,00			
5	Tk.25 Fore beak	c	91,00	4,22	384,02	96,23	8756,93		0,00	0,00	1,025
6	Tk.26 Dobo.1	c	71,40	1,28	91,39	87,14	6221,80		0,00	0,00	1,025
7	Tk.27 Dobo.2	b	97,90	0,76	74,40	67,48	6606,29		-4,53	0,00	1,025
8	Tk.28 Dobo.2	s	97,10	0,76	73,80	67,54	6558,13		4,51	0,00	1,025
9	Tk.29 Dobo.3	b	129,50	0,71	91,95	48,95	6339,03		-5,52	0,00	1,025
10	Tk.30 Dobo.3	s	110,30	0,66	72,80	48,52	5351,76		5,24	0,00	1,025
11	Tk.31 Dobo.4	b	85,50	0,72	61,56	33,64	2876,22		-5,33	0,00	1,025
12	Tk.32 Dobo.4	s	85,50	0,72	61,56	33,64	2876,22		5,33	0,00	1,025
13	Tk.33 Wing tank 1	b	351,60	3,98	1399,37	68,40	24049,44		-6,37	0,00	1,025
14	Tk.34 Wing tank 1	s	312,50	4,03	1259,38	70,53	22040,63		6,22	0,00	1,025
15	Tk.35 Wing tank 2	b	68,60	3,50	240,10	34,56	2370,82		-7,87	0,00	1,025
16	Tk.36 Wing tank 2	s	70,60	3,50	247,10	34,19	2413,81		7,87	0,00	1,025
17	Tk.37 Akter beak	c	208,00	5,55	1154,40	3,63	755,04		-0,19	0,00	1,025
18	Tk.38 Dobo.4 (ovf)	s	52,70	0,69	36,36	33,25	1752,28		1,45	0,00	1,025
19	TOTAL		1832,20		5248,18		98968,38	0,00		0,00	
20	Tk.1 dobo.	2 b	77,90	0,69	53,75	69,08	5381,33		-1,37	0,00	0,905
21	Tk.2 dobo.	2/3 s	105,60	0,69	72,86	54,60	5765,76		1,45	0,00	0,905
22	Tk.3 dobo.	3 b	65,40	0,69	45,13	49,00	3204,60		-1,45	0,00	0,865
23	Tk. 4 dobo (ovf)	4 b	50,30	0,69	34,71	32,90	1654,67		-1,45	0,00	0,865
24	Tk.5 settl. Tank	s	21,00	4,98	104,58	18,03	378,63		5,78	0,00	0,865
25	Tk.6 Day tank	b	8,60	8,66	74,48	2,04	17,54		-6,63	0,00	0,865
26	TOTAL		328,80		385,50		16402,74	0,00		0,00	
27	Tk.10 dobo	2 s	34,90	0,69	24,08	74,82	2611,22		1,28	0,00	1,000
28	Tk.11 stor	b	18,70	2,06	38,52	23,45	438,52		-4,99	0,00	1,000
29	Tk. 12 day tank	b	3,90	8,58	33,46	5,20	20,28		-6,80	0,00	1,000
30	TOTAL		57,50		96,07		3070,01	0,00		0,00	
31	Tk.14 stor. tank	b	13,60	1,68	22,85	17,61	239,60		-4,05	0,00	0,905
32	Tk.15 stor. Tank	b	4,50	1,78	8,01	15,44	69,48		-3,72	0,00	0,905
33	Tk.16 Circul tank	c	4,40	1,11	4,88	15,55	68,42		0,00	0,00	0,905
34	Tk.17 Hydr.oil.tank	b	1,70	1,86	3,16	14,36	24,41		-3,56	0,00	0,905

Aluksen tiedot / Alku.Lopptiedot / Tankit / Load / GZ / Heilahdusaka koe / Taul2 / hydrost. / Painolasti /

Kuva 7. Laskentaohjelmasta Alkutilanne

Alkutilanne-tilauskuvassa 7 huomio kiinnittyy VCG/KG-, LCG- ja TCG -arvoihin. Edellä mainitut solut ottavat tietoa vastaan Tankit-tilauksesta, johon ohjelmoidaan kaikki tarpeellinen tieto aluksen tankki- ja varastotilanteesta. Alkutilanne-tilauksen uppoumanpaino siirtyy cargo- tilaukseen lähtötiedoksi.

Selkeimmillään kaiken pitäisi mahtua yhdelle A4 tulosteelle, mutta käytännön syistä tulosteita yleensä on kaksi.

5 POHDISKELUA

Tätä työtä tehdessäni voin todeta oppineeni käyttämään vasta välttävästi Excel-ohjelmistoa ja kaikkia sen hienouksia. Kaikessa yksinkertaisuudessaan ohjelmiston täydellinen hallinta vaatii pitkäjänteistä ja aktiivista käyttöä, eikä sitä oppi kuin ainoastaan aloittamalla jonkin järkevän työn tekemisen ihan vaikka harjoitusmielessä ja käyttämällä kaikkea mahdollista ja mahdotonta hyödyksi. Ohjelmistossa on paljon sellaista jota ei tarvita arkipäiväisissä asioissa, mutta joka antaa kuitenkin käyttäjälle mukavan lisän. Hänen opittuaan kyseiset hienoudet ohjelma on kerrassaan mahtava keksintö.

Itse laskentaohjelmaa tehdessäni törmäsin miltei jatkuvasti mitä erilaisimpiin ongelmiin, mutta onnistuin sivuuttamaan ne ainakin jollakin tavalla. Tuloksena syntyi yksinkertainen ohjelmisto, jota voi hyödyntää aluksellamme. Itselleni työstä oli kaikkein suurin hyöty: opinhan paljon asioita uudesta, ja osa tuli jostain muistin syövereistä mieleen perämiesluokan ajoilta.

Haastavinta oli rakentaa taulukko ja miettiä siihen, mitkä lähtöarvot ovat oikein ja miten ne vaikuttavat. Toki kömmähdyksiäkin tuli, ja niitä voi olla huolellisen tarkastamisenkin jälkeen. Kuitenkin erilaisten värien käyttö eri soluluissa auttaa paljon, sillä onhan helpompi erottaa paljon tärkeää tietoa, kun laittaa niihin värit, jotka tarkoittavat tiettyjä asioita.

Tätä ohjekirjaa kirjoittaessani mietin, mitenköhän selitän kaiken sen miten se on tehty. Kaikkea ei ole kerrottu, on vain yritetty kertoa oleellinen ja käyttäjän kannalta ratkaisevin tieto. Tosiasia on, että käyttäjän ei tarvitse periaatteessa muuta kuin alkutilanne-, ja gargo-tilat josta tehdään lastaus ja purkausoperaatioiden suunnittelussa. Tulostettaessa tietoja tarvitsee tulostaa totutusta tavasta riippuen 3-4 sivua. Vielä tässä vaiheessa pitää joka taulukko tulostaa erikseen, mutta aikomuksena on tehdä makro, kehittää ja päivittää ohjelmistoa aina kulloisenkin oman tarpeen mukaan, jolloin vaihtoehtoja on miltei rajattomasti käytössä.

LÄHTEET

Kiuru, J-P. 2000. Laivateorian perusteet.

Rauman merenkulkuopisto, Kaavakokoelma.

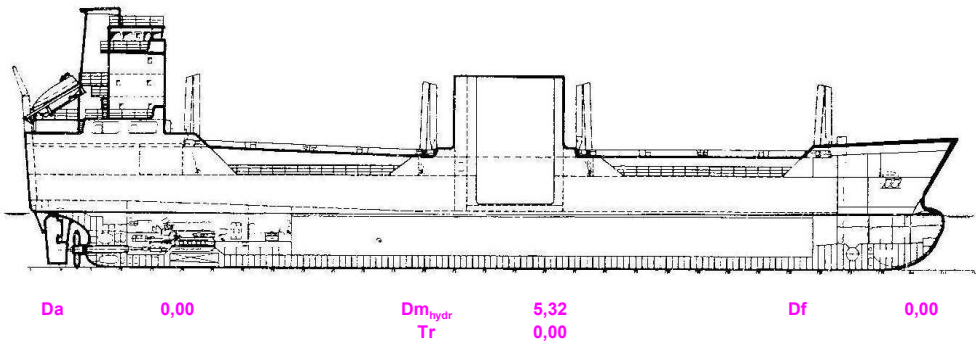
Harjoitussarja M/S Mini Star, VAPK-kustannus.

Derrett, D.R. 1984. Ship Stability.

LIITE 1

ALUKSEN TIEDOT

Finnish-Swedish ice-class 1A	
LOA	107,45 m
LBP	98 m
B _{mid}	17 m
Depth 1 st deck	9,9 m
Depth 2 st deck	5,58 m
Draught	5,78 m
DWT	4018 t
Cr speed	16 kn
GT/ NT	5627/ 1690 t
Cont. Capc.	180 TEU



ALUKSEN SYVÄYDET

Df		WEIGHT _(Sw)	6356,20	Ballast (t)	1832,20	GG1 TM	0,04
Da		Ti _{heys} _{k54}	1,025	FW _{water} (t)	27,3	Heel _{arm}	200,00
Dm _{hydr}	5,32	WEIGHT _(Fw)	6201,17	Fuel (t)	57,5	V _{mom}	30118,78
Tr		GM _{corr}	2,70	Oil (t)	42,4	H _{mom}	246993,05

		Tankki nro	Tilavuus (m ³)	Tiheys	Paino (t)	Total	Max (t)	Lcg (m)	Vcg (m)	Tcg (m)
Heavy Oil										
1	Tk.1 dobo.	2 b	86,08	0.905	77,90		77,90	69,08	0,69	-1,37
2	Tk.2 dobo.	2/3 s	116,69	0.905	105,60		105,60	54,60	0,69	1,45
3	Tk.3 dobo.	3 b	75,61	0.865	65,40		65,40	49,00	0,69	-1,45
4	Tk. 4 dodo (ovf)	4 b	58,15	0.865	50,30		50,30	32,90	0,69	-1,45
5	Tk.5 settl. Tank	s	24,28	0.865	21,00		21,00	18,03	4,98	5,78
6	Tk.6 Day tank	b	9,94	0.865	8,60		8,60	2,04	8,66	-6,63
TOTAL			370,74		328,80		328,80			

Gas Oil										
7	Tk.10 dobo	2 s	34,90	1	34,90		34,9	74,82	0,69	1,28
8	Tk.11 stor	b	18,70	1	18,70		18,7	23,45	2,06	-4,99
9	Tk. 12 day tank	b	3,90	1	3,90		3,9	5,20	8,58	-6,80
TOTAL			57,50		57,50		57,5			

Lubricating Oil										
10	Tk.14 stor. tank	b	15,03	0.905	13,60		13,6	17,61	1,68	-4,05
11	Tk.15 stor. Tank	b	4,97	0.905	4,50		4,5	15,44	1,78	-3,72
12	Tk.16 Circul tank	c	4,86	0.905	4,40		4,4	15,55	1,11	0,00
13	Tk.17 Hydr.oil.tank	b	1,88	0.905	1,70		1,7	14,36	1,86	-3,56
14	Tk.18 Stor.tank (gear)	s	1,10	0.905	1,00		1	10,50	5,42	4,87
15	Tk.19 Hydr.oilrest.	c	2,32	0.905	2,10		2,1	42,32	10,49	5,44
TOTAL			30,17		27,30		27,3			

Fresh Water										
16	Tk.22 Tank	s	20,80	1	20,80		20,8	23,45	1,4	3,27
17	Tk.23 Tank	s	21,60	1	21,60		21,6	23,56	1,65	5,61
TOTAL			42,40		42,40		42,4			

Ballast Water										
18	Tk.25 Fore beak	c	88,78	1.025	91,00		91	96,23	4,22	0,00
19	Tk.26 Dobo.1	c	69,66	1.025	71,40		71,4	87,14	1,28	0,00
20	Tk.27 Dobo.2	b	95,51	1.025	97,90		97,9	67,48	0,76	-4,53
21	Tk.28 Dobo.2	s	94,73	1.025	97,10		97,1	67,54	0,76	4,51
22	Tk.29 Dobo.3	b	126,34	1.025	129,50		129,5	48,95	0,71	-5,52
23	Tk.30 Dobo.3	s	107,61	1.025	110,30		110,3	48,52	0,66	5,24
24	Tk.31 Dobo.4	b	83,41	1.025	85,50		85,5	33,64	0,72	-5,33
25	Tk.32 Dobo.4	s	83,41	1.025	85,50		85,5	33,64	0,72	5,33
26	Tk.33 Wing tank 1	b	342,92	1.025	351,60		351,6	68,40	3,98	-6,37
27	Tk.34 Wing tank 1	s	304,88	1.025	312,50		312,5	70,53	4,03	6,22
28	Tk.35 Wing tank 2	b	66,93	1.025	68,60		68,6	34,56	3,50	-7,87
29	Tk.36 Wing tank 2	s	68,88	1.025	70,60		70,6	34,19	3,50	7,87
30	Tk.37 Akter beak	c	202,93	1.025	208,00		208	3,63	5,55	-0,19
31	Tk.38 Dobo.4 (ovf)	s	51,41	1.025	52,70		52,7	33,25	0,69	1,45
TOTAL			1787,41		1832,20		1832,2			

		Tankki nro	Tilavuus (m ³)	Tiheys	Paino (t)	Total	Max (t)	Lcg (m)	Vcg (m)	Tcg (m)
Sundry Tanks										
32	Tk.43 Dirty oil tank	s	8,98	1,025	9,20		9,2	18,22	1,62	3,94
33	Tk.44 Sludge tank	s	18,05	1,025	18,50		18,5	15,52	1,82	3,55
34	Tk.45 Sewage tank	s	15,80	1,025	16,20		16,2	13,43	5,57	5,76
35	Tk.46 Coolw.tank	c	0,68	1,025	0,70		0,7	5,19	10,61	-5,73
36	Tk.47 Coolw.tank	c	0,39	1,025	0,40		0,4	4,65	10,61	-5,78

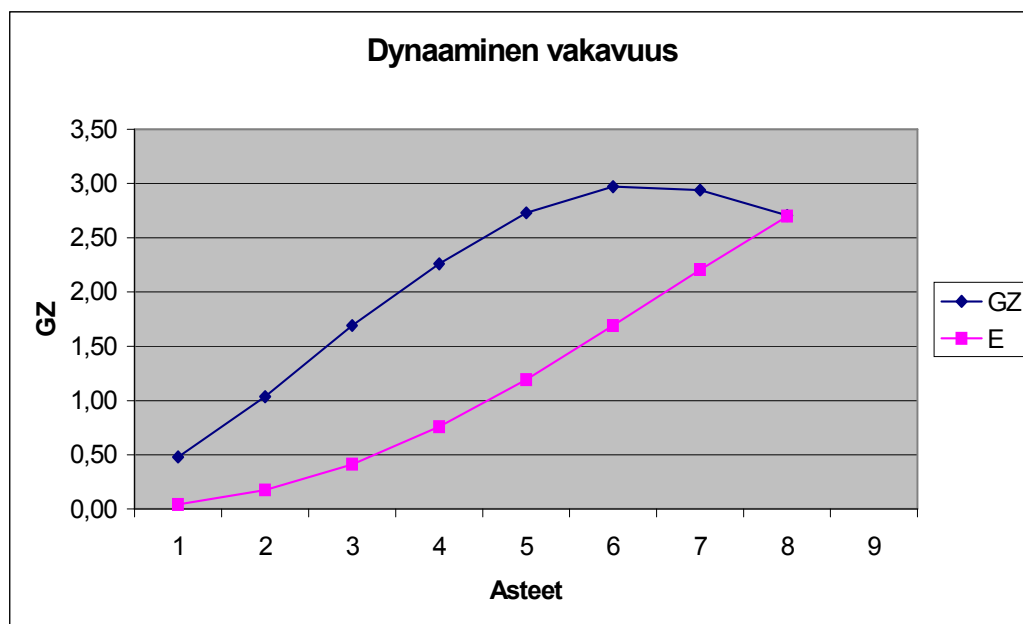
Taulukko

KG	4,74
GG ₁	0,04
KG ₁	4,78
X	0,0873

KM	7,48
KG ₁	4,78
GM _{corr}	2,70

taul...

Ptk	1,31	2,67	4,08	5,33	6,39	7,11	7,43	7,41
Asteet	10	20	30	40	50	60	70	80
GZ	0,48	1,04	1,69	2,26	2,73	2,97	2,94	2,70
S1	0,48	1,52	2,73	3,95	4,99	5,70	5,91	5,64
S2	0,48	2,00	4,72	8,67	13,66	19,36	25,27	30,92
E	0,04	0,17	0,41	0,76	1,19	1,69	2,21	2,70



DM 5,32			W 6201			KM 7,48			MCT 8772			LCB 48,45																			
Pantokaren																															
10		1,31		20		2,67		30		4,08		40		5,33		50		6,39		60		7,11		70		7,43		80		7,41	
Dm	W _i	1,025	Disp (t/cm)	KM (m)	MCT	LCB (m)	V.pinta- ala	COF	10	20	30	40	50	60	70	80															
4,70	5329	5462	13,65	7,53	7756	48,51	1949	48,47	1,32	2,70	4,14	5,38	6,36	7,14	7,48	7,45															
4,72	5356	5490	13,67	7,52	7785	48,51	1954	48,44	1,32	2,70	4,13	5,38	6,36	7,14	7,48	7,45															
4,74	5383	5518	13,69	7,52	7814	48,51	1959	48,42	1,32	2,70	4,13	5,38	6,36	7,14	7,48	7,45															
4,76	5409	5544	13,71	7,51	7844	48,51	1964	48,40	1,32	2,69	4,13	5,37	6,36	7,14	7,48	7,45															
4,78	5436	5572	13,73	7,51	7873	48,51	1969	48,37	1,32	2,69	4,13	5,37	6,37	7,14	7,48	7,45															
4,80	5463	5600	13,75	7,51	7903	48,51	1974	48,35	1,32	2,69	4,13	5,37	6,37	7,14	7,48	7,45															
4,82	5490	5627	13,77	7,50	7933	48,50	1979	48,32	1,32	2,69	4,12	5,37	6,37	7,14	7,48	7,45															
4,84	5517	5655	13,79	7,50	7963	48,50	1984	48,30	1,32	2,69	4,12	5,37	6,37	7,13	7,48	7,45															
4,86	5544	5683	13,81	7,50	7993	48,50	1989	48,27	1,32	2,69	4,12	5,37	6,37	7,13	7,47	7,44															
4,88	5571	5710	13,83	7,50	8024	48,50	1994	48,24	1,32	2,69	4,12	5,36	6,37	7,13	7,47	7,44															
4,90	5597	5737	13,85	7,49	8055	48,50	1999	48,22	1,32	2,69	4,12	5,36	6,37	7,13	7,47	7,44															
4,92	5625	5766	13,87	7,49	8086	48,50	2004	48,19	1,32	2,68	4,11	5,36	6,37	7,13	7,47	7,44															
4,94	5652	5793	13,89	7,49	8117	48,50	2009	48,16	1,32	2,68	4,11	5,36	6,38	7,13	7,47	7,44															
4,96	5679	5821	13,91	7,49	8149	48,50	2014	48,13	1,32	2,68	4,11	5,36	6,38	7,13	7,46	7,44															
4,98	5706	5849	13,93	7,49	8180	48,50	2019	48,10	1,32	2,68	4,11	5,36	6,38	7,13	7,46	7,44															
5,00	5733	5876	13,95	7,48	8212	48,49	2024	48,07	1,32	2,68	4,11	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43															
5,02	5760	5904	13,97	7,48	8244	48,49	2030	48,04	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43															
5,04	5788	5933	13,99	7,48	8277	48,49	2035	48,01	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43															
5,06	5815	5960	14,01	7,48	8309	48,49	2040	47,98	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43															
5,08	5842	5988	14,03	7,48	8342	48,49	2045	47,95	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,13	7,46	7,43															
5,10	5870	6017	14,05	7,48	8375	48,48	2050	47,92	1,31	2,68	4,10	5,35	6,38	7,12	7,45	7,43															
5,12	5897	6044	14,07	7,48	8409	48,48	2055	47,88	1,31	2,67	4,09	5,35	6,38	7,12	7,45	7,43															
5,14	5925	6073	14,10	7,48	8443	48,48	2060	47,85	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42															
5,16	5952	6101	14,13	7,48	8477	48,47	2065	47,81	1,31	2,67	4,09	5,34	6,38	7,12	7,45	7,42															
5,18	5980	6130	14,15	7,48	8512	48,47	2070	47,78	1,31	2,67	4,09	5,34	6,39	7,12	7,45	7,42															
5,20	6007	6157	14,17	7,48	8547	48,47	2075	47,74	1,31	2,67	4,09	5,34	6,39	7,12	7,45	7,42															
5,22	6035	6186	14,19	7,48	8583	48,47	2080	47,71	1,31	2,67	4,09	5,34	6,39	7,12	7,44	7,42															
5,24	6063	6215	14,22	7,48	8619	48,46	2085	47,67	1,31	2,67	4,08	5,34	6,39	7,12	7,44	7,42															
5,26	6091	6243	14,24	7,48	8656	48,46	2095	47,63	1,31	2,67	4,08	5,34	6,39	7,12	7,44	7,41															
5,28	6118	6271	14,26	7,48	8694	48,45	2100	47,59	1,31	2,67	4,08	5,33	6,39	7,11	7,44	7,41															
5,30	6146	6300	14,29	7,48	8733	48,45	2106	47,55	1,31	2,67	4,08	5,33	6,39	7,11	7,43	7,41															
5,32	6174	6328	14,31	7,48	8772	48,45	2112	47,51	1,31	2,67	4,08	5,33	6,39	7,11	7,43	7,41															
5,34	6202	6357	14,33	7,48	8811	48,44	2117	47,46	1,31	2,67	4,08	5,33	6,39	7,11	7,43	7,41															
5,36	6230	6386	14,36	7,48	8852	48,44	2123	47,42	1,31	2,67	4,07	5,33	6,39	7,11	7,43	7,41															
5,38	6258	6414	14,38	7,48	8894	48,43	2129	47,37	1,31	2,67	4,07	5,33	6,39	7,11	7,43	7,40															
5,40	6286	6443	14,41	7,48	8936	48,43	2134	47,33	1,31	2,67	4,07	5,33	6,39	7,11	7,42	7,40															
5,42	6315	6473	14,43	7,48	8979	48,42	2140	47,28	1,31	2,67	4,07	5,33	6,39	7,11	7,42	7,40															
5,44	6343	6502	14,46	7,49	9023	48,42	2146	47,23	1,31	2,67	4,07	5,32	6,39	7,10	7,42	7,40															
5,46	6371	6475	14,49	7,49	9068	48,41	2152	47,18	1,31	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,42	7,40															
5,48	6399	6559	14,51	7,49	9113	48,41	2157	47,13	1,31	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,42	7,39															
5,50	6428	6589	14,54	7,49	9160	48,40	2163	47,07	1,32	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,41	7,39															
5,52	6456	6617	14,57	7,49	9207	48,40	2169	47,02	1,32	2,67	4,06	5,32	6,40	7,10	7,41	7,39															
5,54	6485	6647	14,60	7,50	9255	48,39	2174	46,97	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,10	7,41	7,39															
5,56	6513	6676	14,62	7,50	9304	48,38	2180	46,91	1,32	2,66	4,06	5,32	6,40	7,09	7,41	7,39															
5,58	6542	6706	14,65	7,50	9353	48,38	2186	46,85	1,32	2,66	4,05	5,32	6,40	7,09	7,40	7,39															
5,60	6570	6734	14,68	7,50	9404	48,37	2192	46,79	1,32	2,66	4,05	5,32	6,40	7,09	7,40	7,38															

Aerial Estimate		Weight (lb)	Vol/ Kg Ind	Volume (ft³)	Length	IL mass (pounds)	Volume (ft³)	Tcg	Handling cost	Charge (hrly)
T1-25 T-2500 bank		2685.50	7.52	280.856	41.88	1134.73	280.856			
T1-25 T-2500 bank	c	91.90	4.22	388.432	96.23	889.93		0.00	0.00	1.025
T1-25 Ditch 1	b	71.40	1.29	91.35	87.14	6221.91		0.00	0.00	1.025
T1-27 Ditch 2	b	57.90	0.76	74.40	67.40	6206.25		-4.53	0.00	1.025
T1-29 Ditch 2	s	57.10	0.71	73.80	67.54	6206.13		4.51	0.00	1.025
T1-29 Ditch 3	b	124.30	0.71	91.26	48.26	6332.13		-5.82	0.00	1.025
T1-30 Ditch 3	s	118.30	0.66	72.80	48.52	5951.78		5.24	0.00	1.025
T1-31 Ditch 4	b	85.50	0.72	61.55	33.64	2876.25		5.33	0.00	1.025
T1-32 Ditch 4	s	85.50	0.72	61.55	33.64	2876.25		-5.37	0.00	1.025
T1-33 Piling bank 1	b	201.60	3.90	1386.37	68.40	24403.44		6.22	0.00	1.025
T1-34 Piling bank 1	s	212.50	4.03	1250.58	70.53	22041.63		-7.07	0.00	1.025
T1-35 Piling bank 2	b	68.90	3.50	248.70	34.55	2378.12		7.07	0.00	1.025
T1-35 Piling bank 2	s	74.90	3.60	261.70	34.79	2413.11		-4.70	0.00	1.025
T1-37 Piling bank 2	c	280.80	5.55	1164.40	3.63	735.04		1.45	0.00	1.025
T1-38 Piling bank 2	c	52.70	0.63	38.26	39.25	1732.28			0.00	1.025
T1-39 Ditch 4 (over)										
T1-40 Ditch 4 (over)		10072.70		5200.110		98000.70	0.001			
T1-1 ditch	2 b	77.90	0.69	53.75	68.88	5281.33		-1.37	0.00	0.905
T1-2 ditch	263 s	185.60	0.69	72.85	54.80	5705.76		1.45	0.00	0.905
T1-3 ditch	3 b	65.40	0.69	45.13	43.80	3994.54		-1.45	0.00	0.865
T1-4 ditch (over)	4 b	58.50	0.69	24.71	32.80	1654.17		-1.45	0.00	0.865
T1-5 ditch 1 bank	a	21.80	4.90	104.50	88.03	174.63		5.70	0.00	0.865
T1-6 Ditch bank	b	8.50	0.65	74.40	2.44	17.54		-5.63	0.00	0.865
T1-7 ditch		328.80		385.50		16402.42	0.001			
T1-8 ditch	2 s	34.90	0.69	24.80	74.02	2811.22		1.20	0.00	1.000
T1-11 ditch	b	18.70	2.05	38.52	23.45	4384.52		-4.50	0.00	1.000
T1-12 ditch bank	b	3.50	0.54	33.45	5.20	20.21		-5.80	0.00	1.000
T1-13 ditch		52.50		35.87		3824.03	0.001			
T1-14 ditch bank	b	13.50	1.60	22.85	17.51	230.60		-4.45	0.00	0.905
T1-15 ditch 1 bank	b	4.50	1.78	8.61	15.44	62.40		-3.72	0.00	0.905
T1-16 Canal bank	c	4.00	1.11	4.80	15.55	68.42		0.00	0.00	0.905
T1-17 Hydrant bank	b	1.70	1.85	3.15	14.35	24.41		-3.55	0.00	0.905
T1-18 Shrub bank (over)	s	1.80	5.42	6.42	14.50	10.50		4.07	0.00	0.905
T1-19 Hydrant bank	c	2.10	10.43	22.03	42.32	88.17		5.44	0.00	0.905
T1-20 ditch		77.30		66.35		591.90	0.001			
T1-22 T bank	s	28.80	1.40	29.12	23.45	4487.75		3.27	0.00	1.000
T1-23 T bank	s	21.80	1.65	35.64	23.58	5283.90		5.61	0.00	1.000
T1-43 Ditch and bank		42.40		68.75		950.85	0.001			
T1-44 Shrub bank	s	9.20	1.62	14.50	10.22	167.62		3.94	0.00	1.025
T1-45 Storage bank	s	18.50	1.82	33.67	15.52	287.12		3.55	0.00	1.025
T1-46 Storage bank	s	16.20	5.57	90.23	13.43	217.57		5.76	0.00	1.025
T1-46 Center bank	c	8.70	10.61	7.43	5.19	3.83		-5.73	0.00	1.025
T1-47 Center bank	c	8.40	10.51	4.24	4.65	1.65		5.70	0.00	1.025
T1-48 Center bank		45.00		152.40		677.80	0.001			
Tree stands at	c	3.00	10.00	30.00	95.50	250.70		0.00	0.00	1.000
Plant at	s	1.00	10.00	10.00	52.00	52.00		6.50	0.00	1.000
Plastic room	b	4.00	14.30	67.20	5.40	21.80		-3.30	0.00	1.000
Shrub landscape	s	1.00	14.30	14.30	4.20	4.20		0.00	0.00	1.000
Shrub 1 bank	b	4.50	10.00	5.00	9.50	4.35		-5.70	0.00	1.000
Shrub 2 bank	s	8.50	10.00	5.00	-1.00	-4.00		6.71	0.00	1.000
T1-49 ditch		10.00		121.50		412.35	0.001			
W1-12 ditch bank		5020.80	5.00	26005.50	46.22	232401.50	200.00		0.00	1.025
W1-16 ditch bank		5164.32							0.00	
Y1-12 ditch bank		0.00								